



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

ANDRESSA BRUNA LIMA MORAIS DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO NA SUCESSÃO SOJA-MILHO EM CONDIÇÕES DE
SAFRINHA: ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO MILHO**

**LAGOA DA CONFUSÃO
2023**

ANDRESSA BRUNA LIMA MORAIS DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO NA SUCESSÃO SOJA-MILHO EM CONDIÇÕES DE
SAFRINHA: ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Unidade Lagoa da Confusão, do Instituto Federal do Tocantins, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Edmar Vinícius de Carvalho

**LAGOA DA CONFUSÃO
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C331e Carvalho, Andressa Bruna Lima Morais de
ESTRATÉGIAS DE MANEJO NA SUCESSÃO SOJA-MILHO EM
CONDIÇÕES DE SAFRINHA: ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA NO MILHO / Andressa Bruna Lima Morais de
Carvalho. – Lagoa da Confusão, TO, 2023.
24 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Avançado Lagoa da Confusão, Lagoa da
Confusão, TO, 2023.

Orientador: PhD Edmar Vinícius de Carvalho

1. Milho. 2. Adubação nitrogenada no milho. 3. Estratégias de
manejo na sucessão soja-milho. I. Carvalho, Edmar Vinícius de. II.
Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

ANDRESSA BRUNA LIMA MORAIS DE CARVALHO


**ESTRATÉGIAS DE MANEJO NA SUCESSÃO SOJA-MILHO EM CONDIÇÕES DE
SAFRINHA: ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO MILHO**

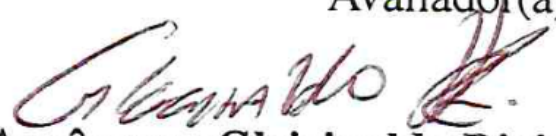
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica da Unidade Lagoa da
Confusão, do Instituto Federal do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 17 de junho de 2023

BANCA EXAMINADORA


Professor Dr. Edmar Vinicius de Carvalho
Orientador(a)


Professor Dr. Jardel Barbosa dos Santos
Avaliador(a) 1


Eng. Agrônomo Gleicinaldo Divino Rodrigues dos Santos
Avaliador(a) 2

Dedico este trabalho a Deus, por me ajudar até aqui. Ao meu marido Edmar, por todo apoio desde o início. A minha família, e as minha amiga Katharine.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por permitir estar vivendo esse momento e por sempre estar presente em minha vida.

Agradecer ao meu marido Edmar, por me apoiar em tudo, desde o início do nosso relacionamento, sem ele a minha vida não seria a mesma.

A minha amiga Katharine, que mesmo de longe sempre se fez presente, me aconselhando e apoiando.

A minha mãe Vânia, por todo zelo e cuidado.

A Gisele e sua família (Jardel, Miguel, Luísa e Mariana), que nos momentos mais difíceis estiveram ao meu lado.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar estratégias de manejo na sucessão soja-milho, em condições de safrinha, relacionadas a adubação nitrogenada no milho. O experimento foi realizado em blocos ao acaso, com quatro repetições e em arranjo fatorial 5x2. As formas de aplicação do nitrogênio em cobertura foram duas: 100% em V4-V6; 50% em V4-V6 + 50% em V6-V8. As doses de nitrogênio em cobertura utilizadas foram 0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹ de N), utilizando a ureia protegida (46% N) como fonte. A cultivar utilizada foi a FS512PWU de ciclo precoce, semeado em 03 de março de 2023 com 400 kg ha⁻¹ de 05-25-15 e espaçamento de 0,5 m entre linhas. Foram avaliadas a altura de plantas, em V9 e em R2, e a altura de inserção da primeira espiga em R2. As demais avaliações agrônômicas serão realizadas após a maturação fisiológica com determinação do diâmetro e comprimento de espigas, número de grãos e de fileiras de grãos na espiga, peso de mil sementes e produtividade de grãos, corrigida a 13% de umidade. Na altura de plantas e altura de espigas em R2, não foi observado efeito significativo das doses de nitrogênio em cobertura. De forma similar, as formas de aplicação também não influenciaram as alturas de plantas em V9 e em R2. Com relação à altura de plantas em V9, o nitrogênio promoveu efeito positivo com a dose máxima estimada em 162,5 kg ha⁻¹ (155,5 cm). O efeito do nitrogênio na cultura do milho tem relação com diversos fatores: histórico da área, condições de clima e do solo, eficiência e formas de aplicação, material genético utilizado, estágio da planta, variáveis analisadas.

Palavras-chave: Nitrogênio. Produtividade. Safrinha. Tocantins

RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

The objective of the present work was to evaluate management strategies in the soybean-corn succession, in off-season conditions, related to nitrogen fertilization in corn. The experiment was carried out in randomized blocks, with four replications and in a 5x2 factorial arrangement. There were two forms of application of nitrogen in coverage: 100% in V4-V6; 50% on V4-V6 + 50% on V6-V8. Nitrogen doses used in coverage were 0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹ of N), using protected urea (46% N) as source. The cultivar used was the early cycle FS512PWU, sown on March 3, 2023 with 400 kg ha⁻¹ from 05-25-15 and spacing of 0.5 m between rows. Plant height was evaluated in V9 and R2, and the insertion height of the first spike in R2. The other agronomic evaluations will be carried out after physiological maturation with determination of the diameter and length of ears, number of grains and rows of grains in the ear, weight of a thousand seeds and grain yield, corrected to 13% of moisture. On plant height and ear height in R2, no significant effect of nitrogen doses was observed in topdressing. Similarly, the forms of application also did not influence plant heights in V9 and R2. Regarding plant height in V9, nitrogen promoted a positive effect with the maximum dose estimated at 162.5 kg ha⁻¹ (155.5 cm). The effect of nitrogen on the corn crop is related to several factors: history of the area, climate and soil conditions, efficiency and forms of application, genetic material used, plant stage, analyzed variables.

Palavras-chave: Nitrogen. Productivity. Off-season. Tocantins

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	METODOLOGIA	19
3	ORÇAMENTO	22
4	CRONOGRAMA	23
5	RESULTADOS	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) se destaca como um dos cereais mais importantes cultivados e consumidos no mundo devido ao seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, utilizado na alimentação humana, animal e em matérias-primas na indústria. No Brasil, é uma das principais culturas, sendo cultivado numa área próxima a 22 milhões de hectares, na safra 2022/2023, com 77% destes cultivos sendo de 2ª safra (CONAB, 2023).

De acordo com o levantamento feito pela CONAB, espera-se uma produção de aproximadamente 125 milhões de toneladas de milho, sendo que na primeira safra, a produção chegue a 27 milhões de toneladas e na segunda safra, uma projeção de aumento de área (3,5%) e produtividade (8,2%), podendo alcançar um resultado na colheita de 96 milhões de toneladas de grãos, aumento de 11,9% em relação ao último ciclo (CONAB, 2023).

O milho de 2ª safra, comumente chamado de milho safrinha, é caracterizado pelo cultivo em sequeiro, com semeadura realizada nos meses de janeiro a abril, após a cultura de verão, geralmente soja precoce (CRUZ et al., 2010). Com o avanço de área plantada em novas regiões, o cultivo de safrinha e em sucessão ao cultivo da soja, vem sendo uma estratégia promissora para melhor aproveitamento e uso do solo ao longo do ano (OLIGINI et al., 2021), como forma de maximizar o índice de cultivo destas áreas (SLAMETO et al., 2021).

Um dos fatores chave para o sucesso do cultivo do milho é a adubação nitrogenada, tendo o nitrogênio (N) como um dos nutrientes mais exigido pela cultura. A presença desse nutriente está associada ao crescimento vegetativo, mecanismos da fotossíntese, e ainda faz parte das moléculas de clorofila, aminoácidos, DNA, citocromos e de todas as enzimas e coenzimas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Por outro lado, desempenha uma importante função no acúmulo de proteína (PAVINATO et al., 2008), aumento do peso da espiga e aumento da porcentagem de óleo.

A ureia, como fonte de N, é a forma mais utilizada na agricultura brasileira, tendo como vantagem a elevada concentração de N ($\pm 45\%$), no qual proporciona otimização dos custos com transporte e sua forma de aplicação. Contando que a uréia apresenta grande potencial de perda de NH_3 por volatilização, passa a

requerer técnicas de manejo da aplicação aperfeiçoadas para evitar perdas e, ou, otimizar os custos por unidade de N aplicado ao solo.

Ao utilizar a ureia, a necessidade no manejo do N, é fazer com que aumente a quantidade absorvida pelas plantas e ao mesmo tempo diminuir as perdas ocorridas (SILVA et al., 2005). Assim, independentemente do método de aplicação do N no solo (incorporado ou a lanço), o desejável é que o N seja dissolvido o mais rápido possível (FERRARA et al., 2014).

A alternativa mais utilizada para minimizar essas perdas do nitrogênio, em função de suas transformações, é o parcelamento da adubação nitrogenada incorporando-se ao solo, permitindo a sincronização entre as aplicações e o período de alta demanda de nutrientes, reduzindo-se assim perdas por volatilização (CANTARELLA; MARCELINO, 2008). Em relação as perdas, conforme Broch e Ranno (2008) relatam, que elas podem ocorrer por processos de mineralização e imobilização, nitrificação e desnitrificação, lixiviação e volatilização.

É possível que se minimize as perdas de insumos, porém aumenta-se o custo com operações mecanizadas, não havendo, portanto, uma solução clara para o problema. Entretanto, a eficiência dos fertilizantes nitrogenados tem sido menor quando esses são aplicados na superfície, sem a imediata incorporação ao solo, sobretudo pelo processo de volatilização (SILVA et al., 2005).

Pelo fato de o N ser importante no metabolismo das plantas, ocorre que a produtividade de grãos de milho é influenciada pela sua disponibilidade no solo, durante todo o ciclo de desenvolvimento da planta. Segundo Bortolini et al. (2001), este elemento é o que, geralmente, mais limita a produtividade de grãos de milho, mas também proporciona as maiores produtividades da cultura. Neste sentido, para cada tonelada de grãos o milho exige, em média, 23,8 kg (DUETE et al., 2008).

Como a produtividade de grãos é uma variável avaliada somente após a maturação fisiológica, não é possível identificar, por meio dela, as variações, decorrentes do manejo da adubação nitrogenada, ocorridas no crescimento e desenvolvimento vegetal da planta (VERHULST; GOVAERTS, 2010). Estas informações de crescimento e desenvolvimento vegetal são importantes para a compreensão dos efeitos da adoção de uma nova prática/manejo que busca a obtenção de altos rendimentos (LYRA et al., 2014).

Desta forma, a avaliação do efeito da aplicação de fertilizantes nitrogenados pode ser realizada durante o desenvolvimento vegetal por meio de

análises dos níveis nutricionais nas plantas (MALAVOLTA, 2006) e análise de crescimento. Segundo Killorn e Zourarakis (1992), a análise de concentração foliar de nitrogênio reflete sua disponibilidade no solo, pelo fato da adubação nitrogenada influenciar o teor de N nas folhas, sendo a sua análise útil na detecção de deficiência de N e, conseqüentemente na predição de produção de grãos.

No entanto, a determinação do teor de N ou de clorofila na planta demandam de análises destrutivas e analíticas que nem sempre fornecem informações no momento necessário (LYRA et al., 2014). Nesse sentido, diversos estudos são realizados para desenvolver métodos não-destrutivos para avaliar o status nutricional da planta da maneira mais rápida e ágil usando medidas de crescimento vegetal, como a altura de plantas (FAVARATO et al., 2016; SOUSA et al., 2021), e altura de inserção de espiga.

A eficiência de absorção do nitrogênio pelas plantas normalmente é igual ou menor que 60% (BROCH; RANNO, 2008), e para se ter um aumento na eficiência da adubação nitrogenada é importante levar em conta diversos fatores, sendo um deles o histórico da área. De maneira específica, dependendo da cultura antecessora ao milho, pode-se definir as melhores estratégias do manejo de nitrogênio em relação a doses, formas de aplicação e fontes.

Ainda, é necessário que haja um equilíbrio em sua aplicação, pois em quantidades insuficientes do N reduz o crescimento, entretanto, em quantidades aplicadas em excesso diminuem a eficiência do uso do nutriente (LYRA et al., 2014), podendo causar impactos negativos ao meio ambiente (RAMBO et al., 2010).

De todo modo, a utilização do nitrogênio resulta em aumentos de produtividade na cultura do milho, como observado por Maresma et al. (2020), que relataram que as doses de 161 a 170 kg ha⁻¹ de N foram as que promoveram o máximo retorno econômico. De maneira semelhante, Lyra et al. (2014) relataram que a dose de melhor desempenho econômico foi de 188 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, Rambo et al. (2010), em outra região de estudo, observaram que as doses de 80 ou 75 kg ha⁻¹ de N não apresentaram diferenças significativas das doses de 240 ou 225 kg ha⁻¹, respectivamente, quando comparada a produtividade de grãos de milho.

Além da influência na produtividade, componentes produtivos e de crescimento vegetal, o nitrogênio e o genótipo também podem promover respostas diferentes quanto à severidade de doenças na cultura do milho como observado por Santos et al. (2013) e Wordell Filho e Spagnollo (2013). Neste sentido, as doenças

mais importantes associadas ao milho no Brasil são causadas por fungos, representados principalmente pelos gêneros *Fusarium*, *Bipolaris*, *Colletotrichum* e a *Puccinia* (LIMA et al., 2010; SANTOS et al., 2013; ROSA JUNIOR et al., 2019; SILVA et al., 2020). De maneira geral, esses patógenos causam entre podridões da base do colmo a lesões foliares que evoluem para necroses, levando a morte prematura da planta.

Ao comparar os resultados obtidos com a cultura do milho no Tocantins, Carvalho et al. (2016), Carvalho et al. (2017) e Abreu et al. (2022) encontraram respostas diferentes, da produtividade e adubação nitrogenada, em função do genótipo e do ambiente de cultivo. Em adição, como as condições de cultivo em geral são adversas ou novas regiões/sistemas são utilizados, a avaliação constante a cada safra é necessária (CARVALHO et al., 2012) em virtude da dificuldade em realizar recomendações de adubação nitrogenada que possam ser utilizadas de maneira geral (SIMÃO et al., 2020). Em outras palavras, a resposta da cultura do milho à adubação nitrogenada está diretamente relacionada a genética, a condições locais de clima, a disponibilidade de nutrientes (BELAY, 2020), ao histórico da área e a época de aplicação (VALDERRAMA et al., 2011).

Após o exposto, objetivo do presente trabalho foi de avaliar estratégias de manejo na sucessão soja-milho, em condições de safrinha, relacionadas a adubação nitrogenada no milho.

2 METODOLOGIA

O experimento de campo foi instalado em Palmas - TO, localizado na região central do estado (10,40° S; 48,35° W) e está sendo conduzido na safra 2023/2024, em sucessão ao cultivo de soja. O clima da região é do tipo C2wA'a'' - úmido subúmido com moderada deficiência hídrica, segundo a classificação de Köppen (SEFAZ, 2019). A temperatura média anual é de 26,8°C e a precipitação média anual de 1.977 mm. Os resultados da análise de solo, na camada de 0-20 cm, estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química e textural do solo no local de estudo no Tocantins, 2023

pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al
CaCl ₂	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³			
5,0	6,4	9,0	40	1,9	0,9	0,0	1,80

M.O.	C.O.	SB	CTCt	V	Argila	Silte	Areia
dag kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³		(%)			
1,1	0,6	2,9	4,7	62,0	27,5	50,0	67,5

M.O. = Matéria Orgânica. C.O. Carbono Orgânico. SB = Soma de bases. V = Saturação de bases.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 5x2 (dose de nitrogênio em cobertura; forma de aplicação) e quatro repetições, sendo a parcela constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, com utilização do híbrido FS512PWU precoce. Para a área útil da parcela serão desconsiderados 0,50 m de cada extremidade e as duas linhas extremas, adotando uma população de 60.000 plantas ha⁻¹.

As doses de nitrogênio em cobertura utilizadas foram: 0, 50, 100, 150, 200, kg de N por hectare. Em relação as formas de aplicação, estas foram: 1 – 100% em cobertura e em dose única entre os estádios V4-V6; 2 – 100% em cobertura e parcelado (50% da dose em V4-V6 e 50% em V6-V8). Em todas as situações foi utilizada como fonte de nitrogênio a uréia protegida (45% de N).

O milho híbrido simples FS512PWUA, de ciclo precoce, foi semeado em 03 de março de 2023, após o cultivo de soja, na densidade de três a quatro sementes por metro linear e espaçamento de 0,5 m entre linhas. A adubação de base utilizada na semeadura foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 05-25-15 (N-P2O5-K2O).

Os demais tratos culturais (manejo de pragas, doenças e plantas daninhas) foram efetuados assim que se fizerem necessários, seguindo as recomendações técnicas da cultura do milho (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

Ainda, estão sendo coletados dados de temperatura e precipitação por meio de consulta à base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e que estão representados na Figura 1.

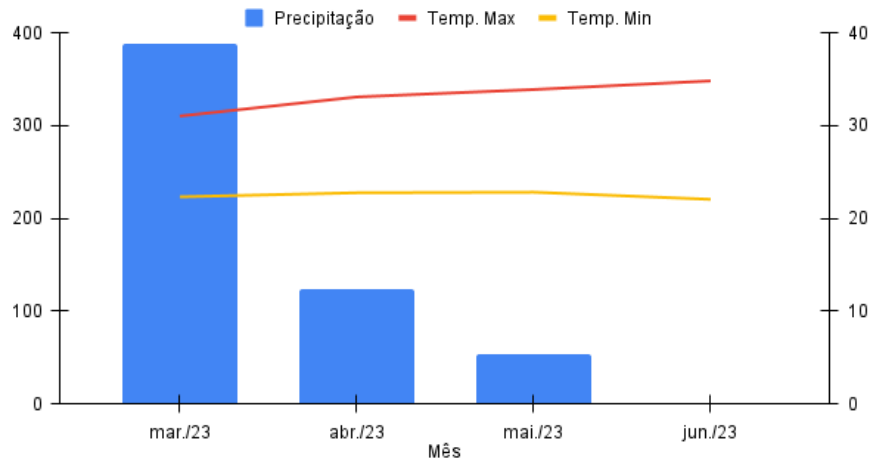


Figura 1. Precipitação e temperaturas mensais do local de estudo no Tocantins, 2023. Fonte dos dados: INMET – Estação Convencional nº 83033 *coleta feita até 10 de junho de 2023

A altura de plantas foi avaliada em dois estágios com a medição de três plantas na área útil: em V9, medindo a distância do solo até a altura máxima do dossel da planta, em cm, e; em R2, medindo a distância do solo até a inserção da folha bandeira, em cm. Ainda, no estágio R2, foi avaliado a altura de inserção da primeira espiga em três plantas da área útil, considerando a distância do solo e a inserção da primeira espiga e em cm.

Após o estágio R6 de desenvolvimento (maturação fisiológica), será realizada a colheita de plantas representativas da área útil da parcela, com avaliação das seguintes características: comprimento da espiga (CE), em centímetros, obtido pela medição com régua graduada; diâmetro da espiga (DE), em milímetros, obtido pela medição na posição central da espiga e com uso de paquímetro; número de grãos por fileira (NG) e número de fileiras de grãos (NFG).

Em sequência, as espigas serão trilhadas para obtenção da: massa de 100 grãos (M100), em gramas obtida pela pesagem de quatro subamostras de 100 grãos por parcela com uso de balança de precisão e; produtividade de grãos (PG), em g planta⁻¹, corrigidos a 13% de teor de umidade.

Na análise estatística, primeiramente será aplicado o teste de normalidade nos dados, para verificação do atendimento aos pressupostos para as demais análises e da necessidade ou não de realização da transformação dos dados. Após, será realizada análise de variância ($p \leq 0,05$) em blocos ao acaso e no esquema fatorial 5×2 . Em sequência, os efeitos das doses de nitrogênio em cobertura serão estudados por análise de regressão e a diferença entre as demais fontes de variação avaliadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

3 ORÇAMENTO

Os custos para a realização do presente projeto de pesquisa, considerando os insumos e as diárias para implantação, condução e avaliação do experimento estão representados na Tabela 2. Nos valores, não foram incluídas despesas relacionadas a materiais usados em experimentos, tais como: barbantes, bandeiras de marcação, trenas, pranchetas, paquímetros, entre outros.

Tabela 2. Custos estimados para implantação, condução e avaliação do experimento de campo

Insumos (A)	Custo (ha)	Área Experimento (ha)	Custo Total
Semente (FS512PWU)	R\$ 951,50	0,06	R\$ 57,09
Adubo 05-25-15	R\$ 1.280,00	0,06	R\$ 76,80
Adubo Ureia Protegida	R\$ 1.388,00	0,06	R\$ 83,28
Dessecação (Herbicida)	R\$ 154,50	0,06	R\$ 9,27
Pós Emergente (Herbicida)	R\$ 154,50	0,06	R\$ 9,27
Inseticida Biológico	R\$ 80,31	0,06	R\$ 4,82
Inseticida Químico	R\$ 35,00	0,06	R\$ 2,10
Óleo Mineral	R\$ 27,50	0,06	R\$ 1,65
Fungicida AP Power	R\$ 60,00	0,06	R\$ 3,60
Inseticida Pulgão	R\$ 59,65	0,06	R\$ 3,58
Subtotal (A)			R\$ 251,46 (12%)
Serviços (B)	Custo uni	Demanda (diárias)	Custo Total
Preparo do solo	R\$ 40,00	2	R\$ 80,00
Plantio	R\$ 100,00	2	R\$ 200,00
Aplicações*	R\$ 100,00	5	R\$ 500,00
Avaliação em V9	R\$ 100,00	2	R\$ 200,00
Avaliação em R2	R\$ 100,00	2	R\$ 200,00
Colheita Manual	R\$ 100,00	2	R\$ 200,00
Avaliações pós-colheita	R\$ 100,00	4	R\$ 400,00
Subtotal (B)			R\$ 1.780,00 (88%)
TOTAL (A+B)			R\$ 2.031,46 (100%)

*Incluindo produtos fitossanitários e adubação de cobertura.

4 CRONOGRAMA

Tabela 3. Cronograma de Atividades do Projeto de Pesquisa

Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul*
Planejamento	X	X					
Revisão Bibliográfica	X	X					
Implantação e condução do experimento			X	X	X	X	X*
Aplicação dos tratamentos			X	X			
Avaliações (V9)				X			
Avaliações (R2)					X		
Colheita e Avaliações (R6)						X	X*
Tabulação e análise de dados						X	
Escrita do TCC						X	

*Em função do ciclo da cultura e das datas para defesa de TCC, os dados dos componentes produtivos e de produtividade de grãos não foram avaliados.

5 RESULTADOS

Devido à ausência de significância da interação entre doses e formas de aplicação de N sobre as variáveis estudadas, os efeitos principais foram avaliados, separadamente, com base nas análises de regressão e pelo teste de Scott-Knott, respectivamente, ao nível de 5%.

Na altura de plantas e altura de espigas em R2 (Tabela 4), não foi observado efeitos significativos das doses de nitrogênio em cobertura. De forma similar, as formas de aplicação também não influenciaram as alturas de plantas em V9 e em R2.

Tabela 4. Altura de plantas de milho em V9 e R2 (AP, cm) e altura de inserção da primeira espiga em R2 (AE, cm), em função da dose de nitrogênio em cobertura e da forma de aplicação, sob condições de safrinha e em sucessão a soja, no Tocantins

Doses de N (kg/ha)	AP - V9 (cm)¹	AP - R2 (cm)	AE - R2 (cm)
0	144,43 b	171,64 a	72,50 a
50	152,83 a	175,43 a	77,29 a
100	154,38 a	173,29 a	77,20 a
150	154,29 a	174,75 a	77,39 a
200	156,40 a	178,64 a	78,07 a
Forma de aplicação	AP - V9 (cm)	AP - R2 (cm)	AE - R2 (cm)
Dose única (V4-V6)	151,13 a	173,33 a	74,75 b
50% (V4-V6) + 50% (V6-V8)	153,80 a	176,17 a	78,25 a
CV (%)	5,24%	2,93%	6,27%

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não apresentam diferença significativa pelo teste Scott-Knott (5%). ¹ Ajuste significativo, em função das doses de nitrogênio, a regressão de segundo grau.

Oliveira e Caires (2003), avaliando doses e modos de aplicação das fontes de N na cultura do milho, também não verificaram efeito significativo para a altura de plantas de milho e altura de inserção da espiga. Sangoi e Almeida (1994), em dois experimentos conduzidos no município de Lages, Estado de Santa Catarina, também não observaram efeito significativo da aplicação de N sobre a altura da planta de milho e da inserção da espiga.

A não resposta da altura de plantas e altura de inserção de espiga no estágio R2, pode ter sido em função do material genético, das próprias características avaliadas, das condições climáticas em especial a precipitação. Além disso, outro ponto importante é o histórico da área.

Com relação à altura de plantas em V9, o nitrogênio promoveu efeito positivo ao comparar as doses de 50, 100, 150 e 200 kg/há com a ausência da prática de adubação nitrogenada em cobertura.

Na Figura 2, foi possível verificar o efeito quadrático da altura de plantas em V9, em função das doses de nitrogênio em cobertura, com a dose máxima estimada em 162,5 kg/há (altura da planta: 155,5 cm).

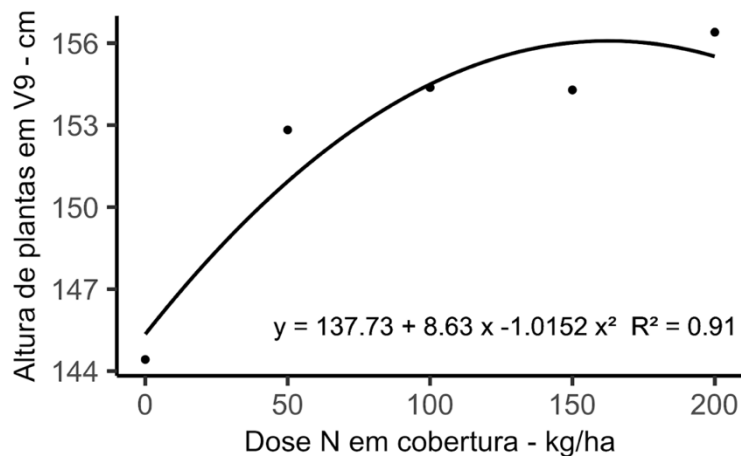


Figura 2. Altura de plantas de milho no estágio V9 (cm) em função da dose de nitrogênio em cobertura (kg/ha) sob condições de safrinha e em sucessão a soja, no Tocantins.

Na altura de espiga em R2, o parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura promoveu maior valor (78,25 cm) em comparação com a dose única (74,75 cm). Ao aplicar em dose única, o nitrogênio em cobertura, existe o risco de perda do nutriente em função de lixiviação, volatilização e a aplicação não coincidir com a marcha de absorção do nutriente. Desta forma, ao dividir a aplicação o fornecimento do nutriente a planta ocorreu de maneira sincronizada de acordo com a sua necessidade. Conforme Amado et al., (2002) e Silva et al., (2005), constituem-se em alternativas para aumentar a eficiência de uso da adubação nitrogenada pela cultura do milho e mitigar as perdas que ocorrem no solo.

Após a colheita e análises de dados dos componentes produtivos e de produtividade de grãos, espera-se ser possível a determinação de dose e forma de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho com maior eficiência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O efeito do nitrogênio na cultura do milho tem relação com diversos fatores: histórico da área, condições de clima e do solo, eficiência e formas de aplicação, material genético utilizado, estágio da planta, variáveis analisadas.

Embora muitos trabalhos de pesquisa tenham sido realizados nos últimos anos com a cultura do milho, há necessidade de realizar estudos locais/regionais para a definição da melhor estratégia de adubação nitrogenada na cultura do milho, em cada condição, sobre como e quando. Portanto, a realização de estudos que avaliem doses e formas de aplicação de N se fazem necessários para melhor aproveitamento desse recurso e ao mesmo tempo otimizar a relação custo-benefício.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J.A.S. et al. Adubação nitrogenada no cultivo de milho safrinha em condições de baixa latitude no Tocantins. In: Jornada de Iniciação Científica e de Extensão, 13, 2022, Palmas-TO. **Anais [...]** Palmas: IFTO, 2022.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-428, 2002.
- BELAY, M.K. Growth, Yield-Related Traits and Yield of Lowland Maize (*Zea mays* L.) Varieties as Influenced by Inorganic NPS and N Fertilizer Rates at Babile, Eastern Ethiopia. **International Journal of Agronomy**, v.2020, 2020.
- BORTOLINI, C.G., et al. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.361-366, 2002.
- BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho. In: BROCH, D. L. (Coord.) **Tecnologia e Produção: soja milho 2008/2009**. 5. ed. Maracaju: Fundação MS, 2008. p. 133-141.
- CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agrônomicas**, n.122, p.12-14, 2008.
- CARVALHO, E.V. et al. Nitrogen use efficiency in corn (*Zea mays* L) genotypes under different conditions of nitrogen and seeding date. **Maydica**, v.57, p.43-48, 2012.
- CARVALHO, E.V. et al. Nitrogênio em Cobertura no Estudo de Dois Grupos de Genótipos de Milho em Gurupi-TO. **Scientia Agraria Paraensis**, v.15, n.3, p.358-364, 2016.
- CARVALHO, E.V. et al. Doses de Nitrogênio em Cobertura na Avaliação de Genótipos de Milho em Semeadura Tardia. **Scientia Agraria Paraensis**, v.16, n.3, p.296-301, 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira**, 2023. Acesso em 08 de jun. 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>.
- CRUZ, J.C. et al Sistema de produção de milho safrinha de alta produtividade. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28, 2010, Goiânia-GO. **Anais [...]** Sete Lagoas: ABMS, 2010.
- DUETE, R.R.C., et al. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2008.

- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FAVARATO, L.F. et al. Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. **Bragantia**, v.75, n.4, 2016.
- FERRARA, R. M., et al. Ammonia volatilisation following urea fertilisation in an irrigated sorghum crop in Italy. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.195, n.1, p.195-196, 2014.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Estações Convencionais**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- KILLORN, R.; ZOURARAKIS, D. Nitrogen fertilizer management effects on corn grain yield and nitrogen uptake. **Journal of Production Agriculture**, v. 5, p. 142-148, 1992.
- LIMA, L.M. et al. Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, v,35, p.223-228, 2010.
- LYRA, G.B. et al. Crescimento e produtividade do milho, submetido a doses de nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Revista Ceres**, v. 61, p.578-586, 2014.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo, 2006. 638p.
- MARESMA, A. et al. Accuracy of NDVI-derived corn yield predictions is impacted by time of sensing. **Computers and electronics in agriculture**, v. 169, p.105236, 2020.
- OLIGINI, K. F. et al. Sowing date and maturity groups on the economic feasibility of soybean-maize double summer crop system. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.59, n.4, e235472, 2021.
- OLIVEIRA, J.M.S.; CAIRES, E.F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n 2, p. 351-357, 2003.
- PAVINATO, P. S., et al. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Revista Ciência Rural**, v.38, p.358-364, 2008.
- RAMBO, L. et al. Leaf and canopy optical characteristics as crop-N-status indicators for field nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.173, p.434-443, 2010.
- ROSA JÚNIOR, O.F. et al. Produção de fumonisina por *Fusarium verticillioides* em genótipos de milho cultivados em diferentes ambientes. **Toxinas**, v.11, p.215, 2019.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura de milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.13-24,1994.

SANTOS, G.R. et al. Severidade de doenças foliares e produtividade de genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v.60, n.4, 2013.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO - SEFAZ. **Regionalização Climática**. Governo do Tocantins, 2019. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/>>

SILVA, E. C., et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.353-362, 2005.

SILVA, R.S.; CAMPOS, H.D.; RIBEIRO, L.M.; BRAZ, G.B.P.; MAGALHÃES, W.B.; BUENO, J.N. Danos na cultura do milho em função da redução de área foliar por desfolha artificial e por doenças. **Summa Phytopathologica**, v.46, n.4, p.313-319, 2020.

SIMÃO, E.P. et al. Nitrogen fertilization in off-season corn crop in different Brazilian Cerrado environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, 2020.

SLAMETO, et al. Yield of Soybean and Corn Intercropping Farming in Rainfed Lowland in Central Lampung, Lampung Province. IOP Conference Series: Earth and **Environmental Science**, v.715, 2021.

SOUSA, H.C. et al. Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, p.174-181, 2021.

SPAGNOLLO, E.; WORDELL FILHO, J.A.; NESI, C.N. Efeito do arranjo de plantas na incidência de podridões da base do colmo e na incidência de grãos ardidos em milho. **Agropecuária Catarinense**, v. 27, n.3, p.57-62, 2015.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.254-263, 2011.

VERHULST, N.; GOVAERTS, B. **The normalized difference vegetation index (NDVI) GreenSeeker™ handheld sensor: Toward the integrated evaluation of crop management. Part A: Concepts and case studies**. México City: CIMMYT, 2010. 16p.

WORDELL FILHO, J.A.; SPAGNOLLO, E. Sistema de cultivo e doses de nitrogênio na sanidade e no rendimento do milho. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.2, p.199-205, 2013.